REDUCCIÓN DE CHATARRA ESPACIAL MEDIANTE LA INSTALACIÓN DE ANTENAS DE TECNOLOGÍA IMPRESA EN SATÉLITES

Eduardo Martínez de Rioja. ***Universidad Rey Juan Carlos***

ST- 30 Teledetección y sensores ambientales

#CONAMA2022

Índice

01 La basura espacial
02 Comunicaciones de banda ancha vía satélite
03 Antenas reflectoras en tecnología impresa
04 Conclusiones

01 LA BASURA ESPACIAL

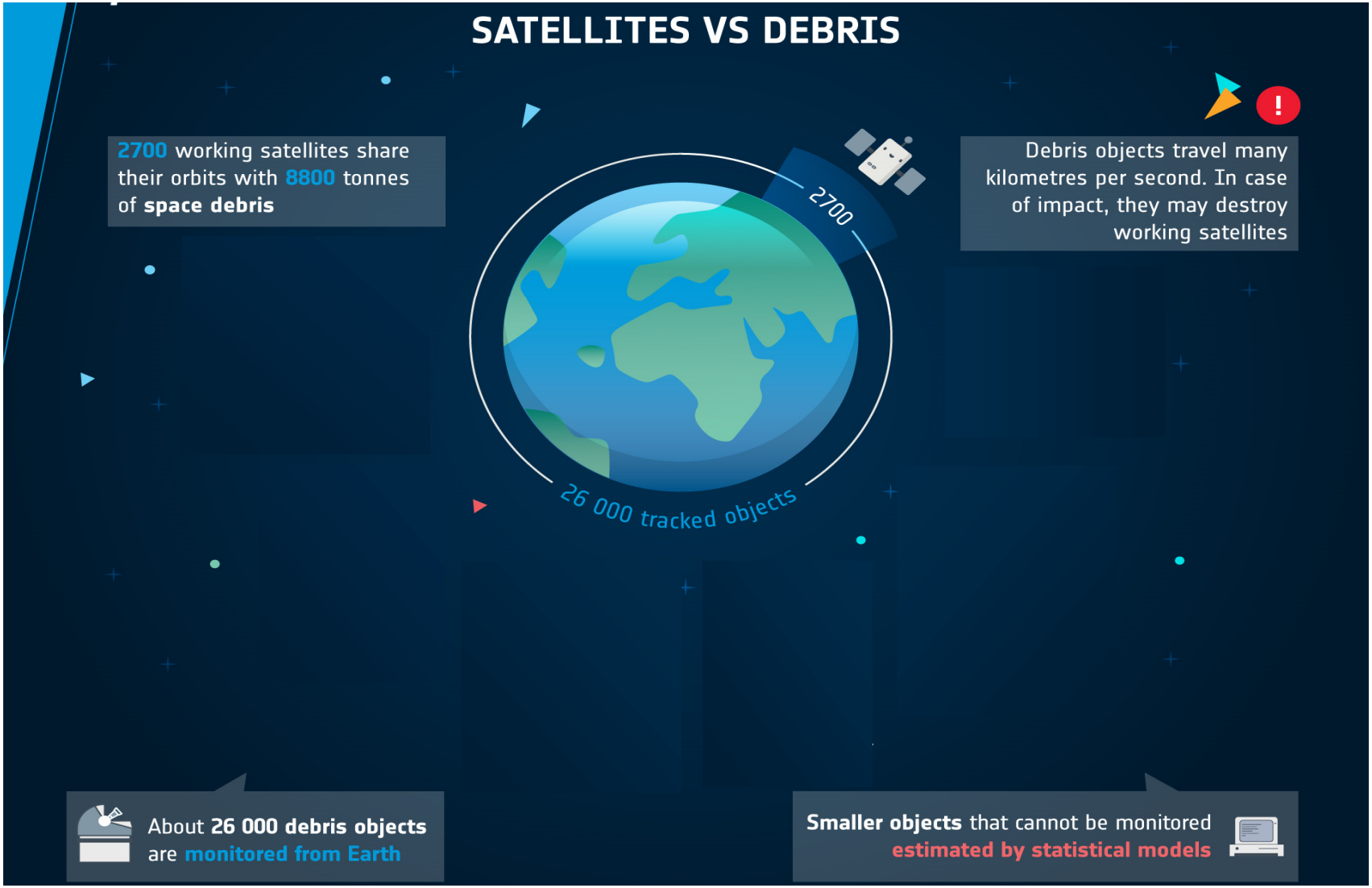
La basura espacial

- Desde el lanzamiento del satélite Sputnik en 1957, se han lanzado miles de cohetes al espacio, generando unas **9.000 toneladas** de basura espacial.
- Se prevé que la principal fuente de basura espacial sean las **colisiones** entre los actuales desechos espaciales y los satélites en funcionamiento.
- Las órbitas alrededor de la Tierra son un recurso **natural, limitado y compartido**.

La basura espacial engloba cualquier pieza, generada por el ser humano, que orbita sin control alrededor de la Tierra.

Fuente: Agencia Espacial Europea

Tipos de basura espacial

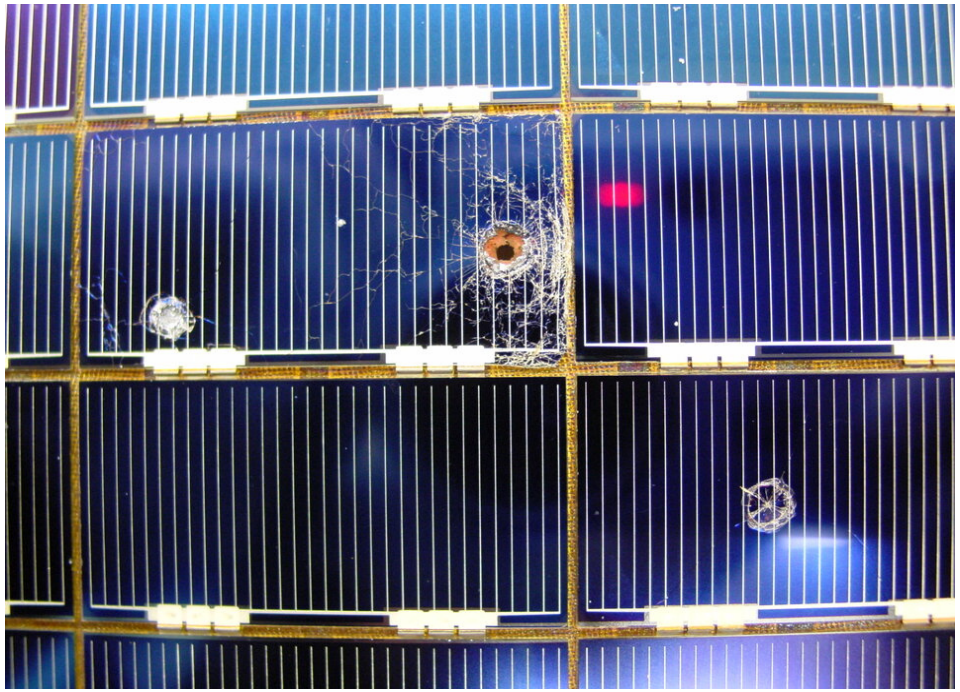


Fuente: Oficina de la ONU para Asuntos del Espacio Exterior

Colisiones con la basura espacial

- Las **colisiones** con la basura espacial pueden producir desde la **degradación gradual** de algunos componentes del satélite hasta su **completa destrucción**.
- Los fragmentos más pequeños son **indetectables**.
- Las partículas de basura pueden viajar a 10 km/s. Una colisión con una pieza de 1 cm libera la misma energía que un accidente de coche a 40 km/h!

Impactos en los paneles solares del Telescopio Espacial Hubble producidos por pequeños trozos de basura espacial



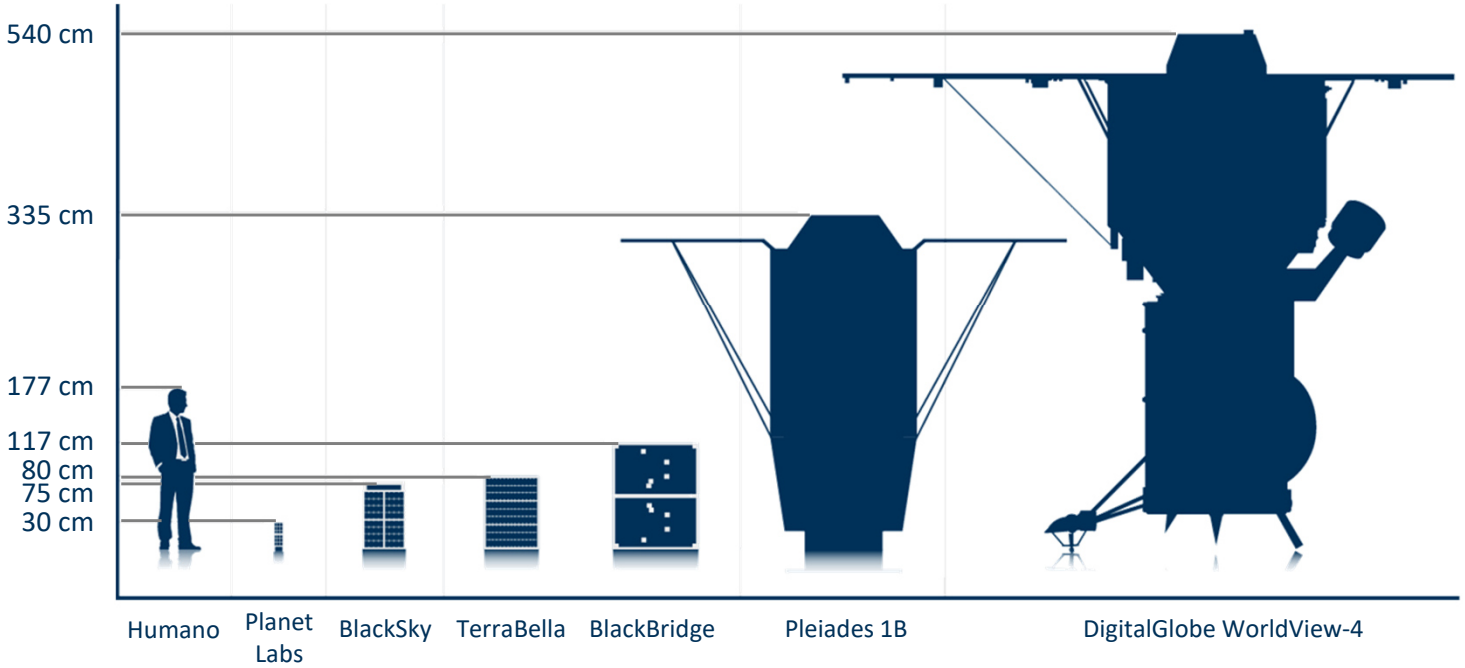
Fuente: Agencia Espacial Europea

02 COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA VÍA SATÉLITE

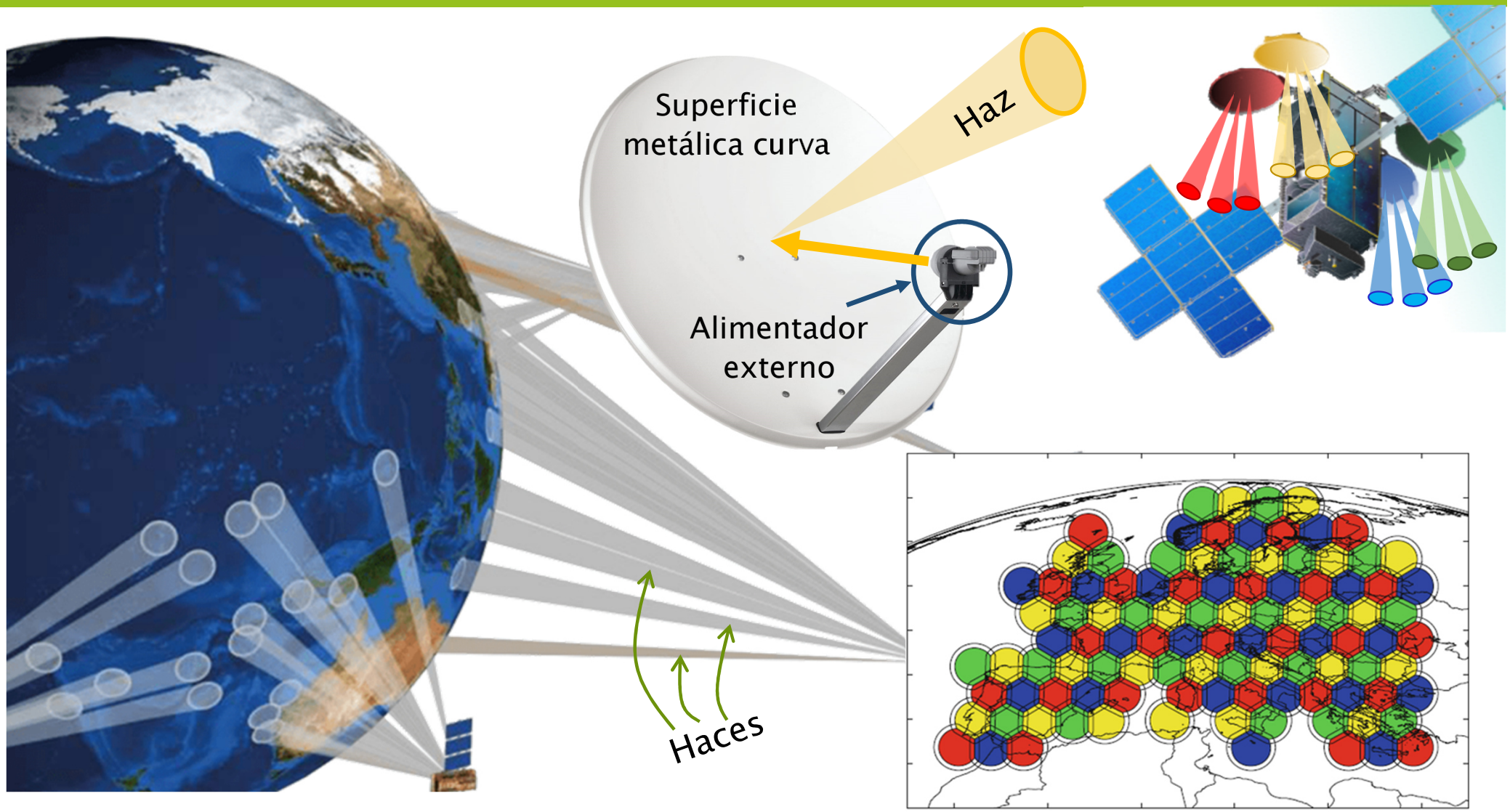
Comunicaciones por satélite

- Tendencia hacia el uso de **satélites pequeños** (Cubesats, satélites LEO, smallGEO).
  - ✓ **Ahorro económico** en los costes de fabricación y lanzamiento.
  - ✓ **Capacidad de desintegrarse de manera natural** al reentrar en la atmósfera terrestre, al final de su vida útil.

Los satélites requieren de **antenas de alta ganancia** para establecer enlaces de comunicaciones



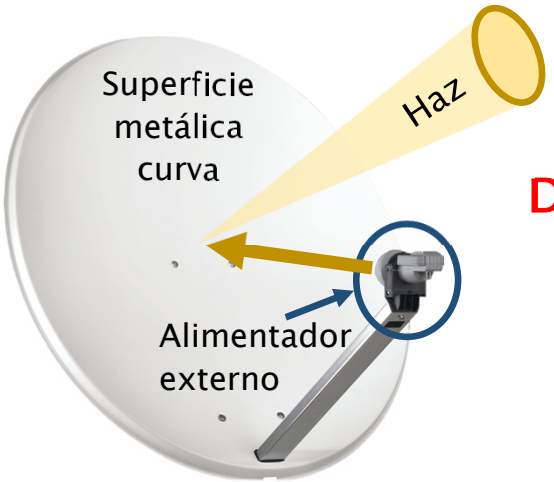
Servicios de banda ancha mediante satélites GEO



Servicios de banda ancha: sistema de antenas

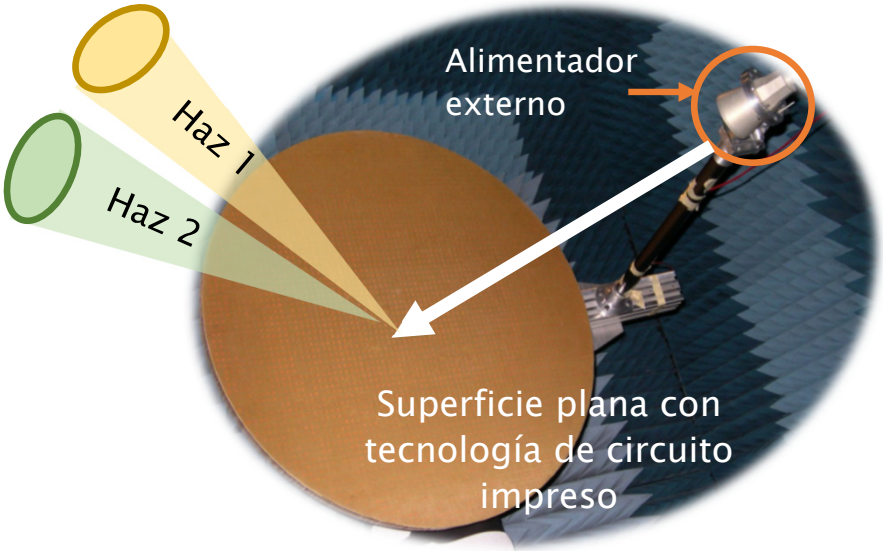
- **Voluminoso sistema de antenas**: 4 reflectores (de 2 m de diámetro) y >100 alimentadores.
- Se hace inevitable el uso de **grandes satélites**.
- **Solución propuesta**: emplear la tecnología de antenas impresas (*reflectarrays*).

Antenas reflectoras



Planas	Voluminosas
Fáciles de plegar	Difíciles de plegables
Fabricación low-cost	Carísimas de conformar
Operación avanzada	Operación limitada

Antenas impresas



Comparativa entre tecnologías

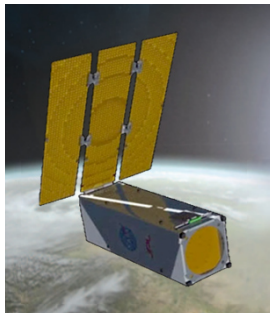
	Nº de antenas	Espacio requerido	Coste económico	Eficiencia (Pot. req.)	Madurez tecnológica
Reflectores convencionales	XX	XX XX	—	**	***
Reflector sobredimensionado	*	XX XX	X	—	—
Antena Array	**	**	XXX	XX	**
Reflectarray	**	**	**	**	— *

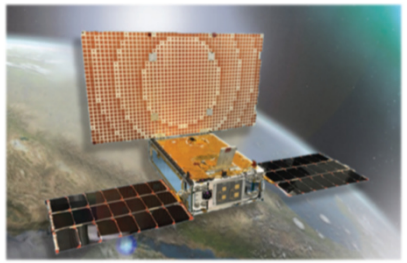
Solución habitual

Satélites militares

[NASA 2017] ISARA
[NASA 2018] MarCO
[ESA 2022] GomX-5
[ESA 2024] M-ARGO

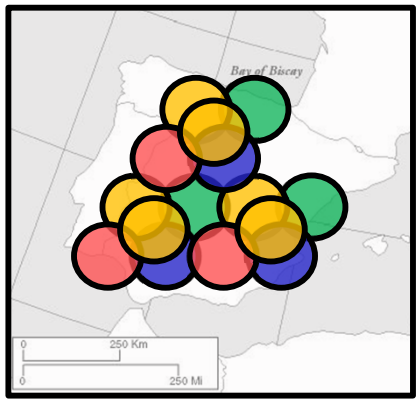
SmallGEO sats,
LEO sats,
CubeSats…

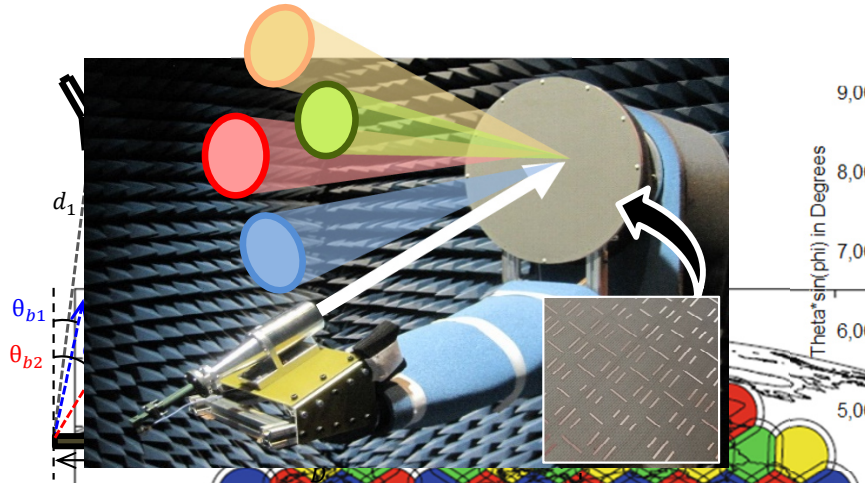


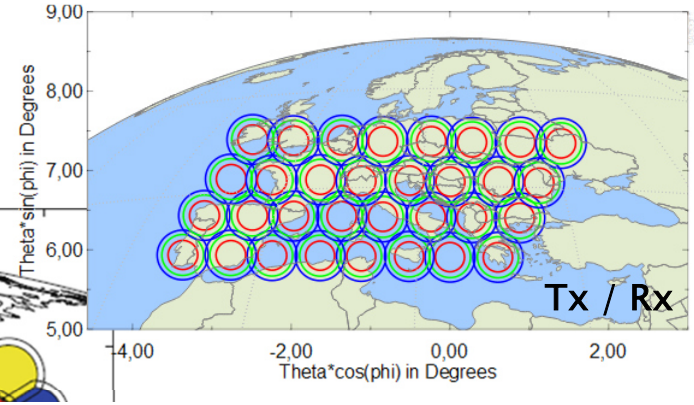


03 ANTENAS REFLECTORAS EN TECNOLOGÍA IMPRESA

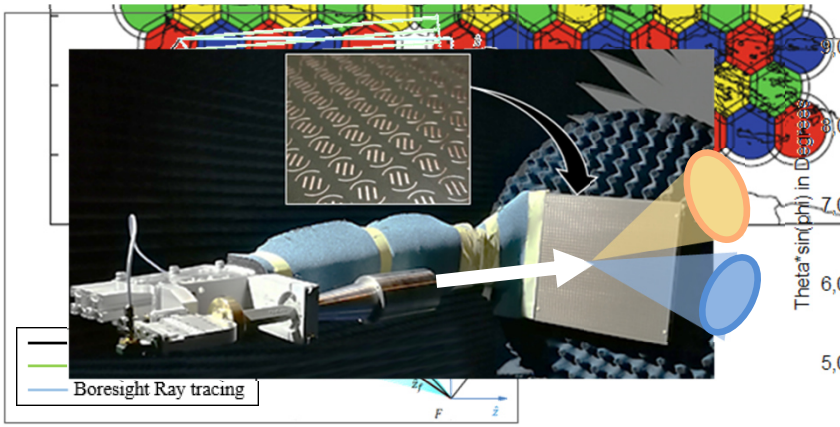
Sistemas de antenas reflectarrays para satélites GEO

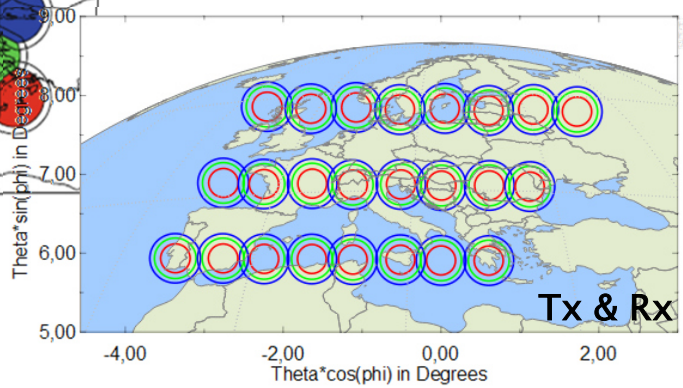




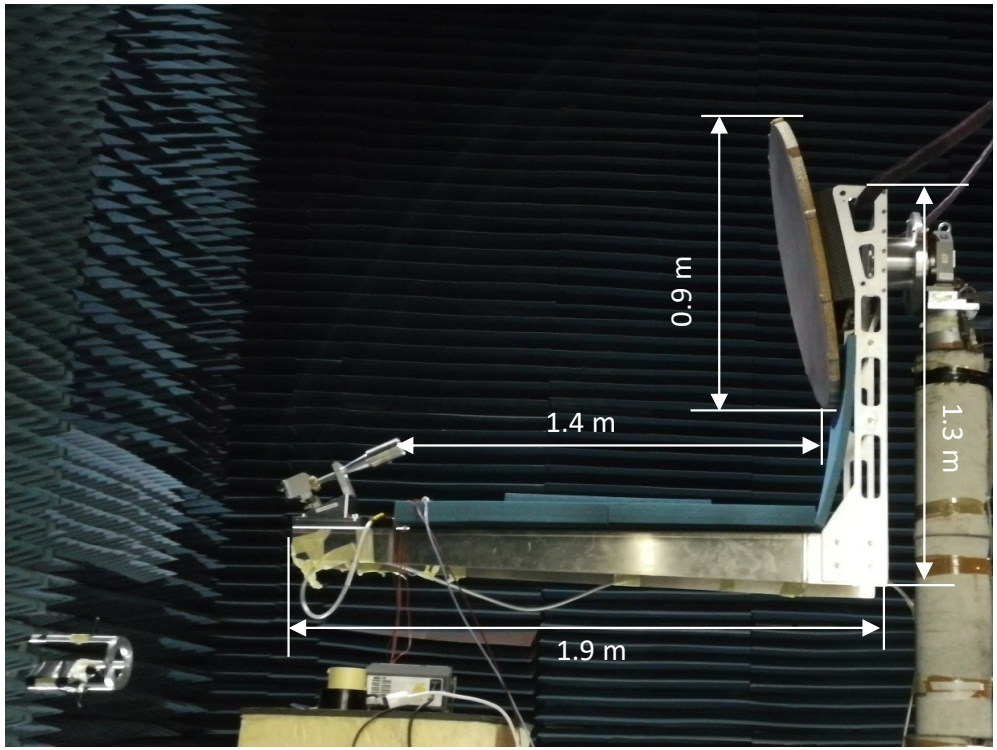


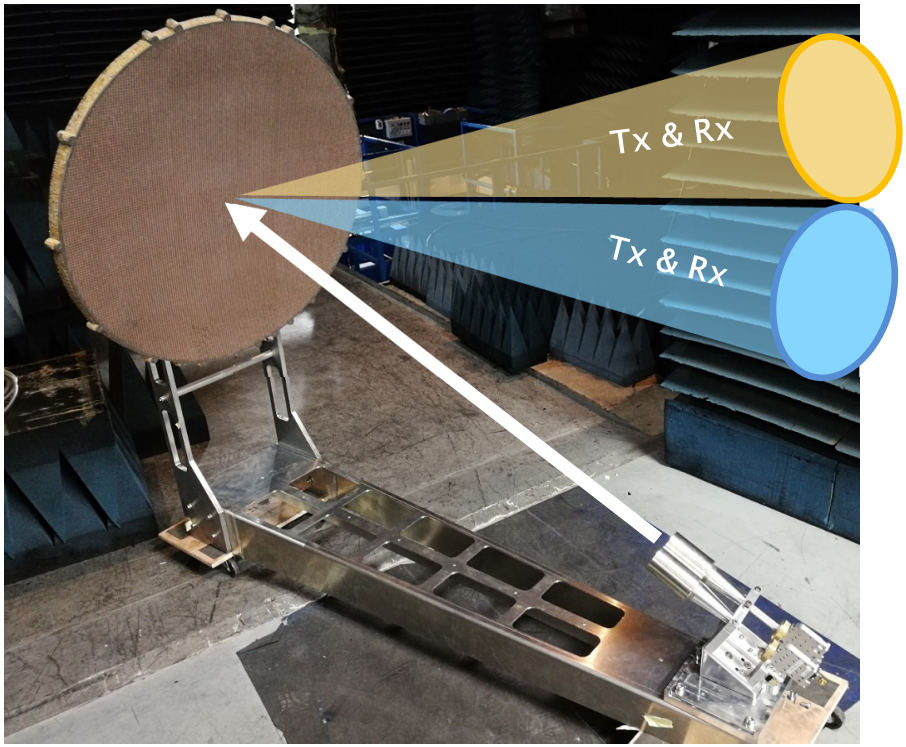
Principio de operación → **Método de diseño** → **Prueba de Concepto** → **Simulación de la Antena para**





Prototipo a escala: antena para satélite en banda Ka





D. Martinez-de-Rioja, et al.: “Transmit-receive parabolic reflectarray to generate two beams per feed for multi-spot satellite antennas in Ka-Band”, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 69, no. 5, pp. 2673-2685, 2021.

Ventajas esperadas

COMPONENTES
-50%
ANTENAS
ESPACIO DISPONIBLE

COMPONENTES
-50%
ALIMENTADORES
ESPACIO DISPONIBLE

PRECIO
-40%
COSTES DE FABRICACIÓN

PRECIO
–3 M€
COSTES DE FABRICACIÓN

Satélites más pequeños y con menos componentes a bordo

Realización de otras misiones en el mismo satélite
(control del medio ambiente, meteorología, difusión de TV…)

Reducción del número de satélites necesarios

Reducción de la basura espacial

04 CONCLUSIONES

Conclusiones

- En las órbitas descritas por los satélites alrededor de la Tierra, existen **miles de toneladas de basura espacial** generada por el hombre.

- La tendencia actual es a **reducir el tamaño de los satélites**, tanto por el ahorro económico que supone, como por su capacidad para desintegrarse de forma natural a reentrar en la atmósfera al acabar su vida útil.

- Las **antenas en tecnología impresa** proporcionan unas prestaciones más avanzadas que las de las antenas reflectoras empleadas actualmente, haciendo posible además la disminución del tamaño de los satélites y del número de satélites en órbita, lo que ayudaría a reducir la chatarra espacial.

¡Gracias!

Eduardo Martínez de Rioja

eduardo.martinez@urjc.es